

Design wingsuitu – zÁklady aerodynamiky 2

V tomto článku se chci rozepsat o zÁkladnĚch aerodynamickĚch principech, o kterĚch jsem pojednal v prvnĚm článku (IČtajnĚ - s wingsuit a zÁklady aerodynamiky) a vysvĚtlĚm vÁzvy, kterĚm ěelĚme pÁmi nÁvrhu a IČtajnĚ.

Wingsuit, stejnĚ jako kaĎdĚ kÁ-dlo, vytvÁĚ vztlak a odpor. Vztlak a odpor jsou aerodynamickĚ sĚly, kterĚ zÁ a velikosti IČtajnĚ-cĚho tĚlesa (tĚla), okolnĚch podmĚnkĚch a na rychlosti, kterou letĚ. Vztlak je zamĚen kolmo k letu odpor podĚ letu.

KaĎdĚ IČtajnĚ-cĚ tĚleso vyĎaduje rychlost, aby mohlo vytvÁĚ vztlak na kÁ-dlech, trupu, ocasu atd. Existuje tak minimĚlnĚ rychlost, pÁmi kterĚ bude stĚle vytvÁĚ dostatek vztlaku an to, aby tĚleso mohlo letĚt. Tuto rychlost nazĚvĚme stall speed. Pod touto rychlostĚ ztratĚ tĚleso vztlak, cili tĚleso spadne. To samĚ platĚ pro wingsuit. PotĚbuje rychlost, aby mohl letĚt.

Jeden ze snadnĚch zpĚsobĚ, jak ve zkratce popsat charakteristiky letĚ-cĚho tĚlesa je pÁes pomĚr klouzavosti. Klouzavost je pomĚr mezi koeficienty vztlaku a odporu (CL/CR). ProtoĚ jsou vztlak a odpor aerodynamickĚ sĚly, indikuje pomĚr vztlaku a odporu aerodynamickou vÁkonnost letĚ-cĚho tĚlesa. ZjednoduĚnĚ Ěeno nĚm udĚvĚ, jak dobĚ IČtaj.

PomĚr klouzavosti se mĚnĚ s rychlostĚ. Existuje rychlost, pÁmi kterĚ je tento pomĚr nejlepĚ - a tato rychlost je obvykle 30Ě40% vyĎovĚ rychlost (zeptejte se kterĚhokoliv pilota kluzĚku na nejlepĚ klouzavou rychlost, 90% odpovĎ bude 55-65 km/h minimĚlnĚ rychlost a 80-90 km/hod nejlepĚ klouzavĚ rychlost). PÁmi letu za nejlepĚho klouzĚnĚ pÁekonĚ letĚ-cĚho tĚlesa nejvĚtĚ vzdĚlenost pÁmi danĚ vÁĚce. Let pod nebo nad touto rychlostĚ znĚ letĚ-cĚ objekt pÁekonĚnĚ menĚ vzdĚlenosti.

Existuje takĚ rychlost, pÁmi kterĚ mĚ letĚ-cĚho tĚlesa minimĚlnĚ pĚdovou rychlost a tato rychlost je nĚĚ neĚ pÁ klouzavĚm letu. PÁmi tĚto rychlosti mĚ tedy tĚleso podstatnĚ nĚĚ pomĚr klouzavosti. VĚsledkem bude delĚ naĚem pÁĚ-padĚ skĚkĚnĚ - s wingsuitem vĚce volnĚho pĚdu), ale kratĚ - horizontĚlnĚ - pÁekonĚnĚ vzdĚlenost.

KdyĚ budeme udrĚovat rychlost nad optimĚlnĚ, bude menĚ - jak let (volnĚ pĚd), tak pÁekonĚnĚ vzdĚlenost.

Charakteristiky zmĚnĚ vĚĚ mohou bĚt popsĚny grafem, kterĚ ukazuje vztah mezi horizontĚlnĚ a vertikĚlnĚ rychlostĚ - (je obvykle pouĚvĚn piloty vĚtroĚ a rogal). Zde je jeden pÁĚklad:

popisky os: v_h - dopředu rychlost (km/h), v_v - pádová rychlost (m/s) (tento graf je pro L-13 Blaník)...

V grafu vidíme černou křivku A, která ukazuje, jak bude pádová rychlost (v metrech za sekundu) pro jednotlivé dopředu rychlosti (v kilometrech za hodinu) během letu.

Zakreslíme vodorovnou osu B (modrou) tečnou v vrchol křivky A. Ta ji protne v modrém bodě, který odpovídá hodnotám $x=68$ km/h a $y=0,82$ m/s. Tato linka představuje minimální pádovou rychlost 0,82 m/s, která je dosažena při 68 km/h. Všimněte si, že pokud se budete pohybovat po křivce doprava nebo doleva, bude se změnou rychlosti zvyšovat pádová rychlost.

Ale když zakreslíme tečnu C (červenou) vedoucí od bodu (0,0), dotkne se křivky v červeném bodě, který odpovídá $x=75$ km/h a $y=0,95$ m/s. Toto je bod maximálního aerodynamického výkonu a pokud letíte dolejší rychlosti, pokrývá nejvyšší vzdálenost pro danou výšku. Při této dopředu rychlosti má v daném pádovém poměru klouzání 1:28. To znamená, že uletíte 28 metrů dopředu na ztrátu jednoho metru výšky.

Je důležité poznamenat, že rozdíl ve výšce (pro to samé těleso) neovlivní poměr klouzání. Těleso těleso rychleji a bude mít vyšší rychlost, ale poměr klouzání zůstane stejný a obě tělesa uletí stejnou vzdálenost ze stejné výšky. Toto je hlavně důvod proč si myslíme, že poměr klouzání je jediný faktor, na kterém závisí výška kroužení.

Pojďme se tedy podívat na to, co očekáváme od wingsuitu.

Pokud chceme jenom prodloužit čas volného pádu, jsou k tomu dva způsoby. Jedním z nich je nahlížením na paraútlum ve wingsuitu jako na běžné skokana a jenom zvýšit celkovou plochu kombinací tak, aby vypadala stejně jako padák. Tento typ kombinací představuje snížení pádové rychlosti, ale bude mít špatné letové vlastnosti a bude špatně kombinací. Tento typ kombinací je dobrý pro ty, kteří chtějí delší volný čas.

Ale pokud chceme nahlížením na paraútlum ve wingsuitu jako na letící těleso, je jedinou logickou volbou zvýšit poměr klouzání wingsuitu. Aby výrobce tohoto dosáhl, musí vybrat mezi mnoha stvácím tělesem, které musí být dostatečně vzdušné, protože v aerodynamice je nemožné změnit jeden parametr, aniž byste ovlivnili další.

Při pokusech o zvýšení poměru klouzání se nabízejí možnosti zkoušet zvýšit vztlak. Zvýšení vztlaku pro stejné těleso a výšku sníženo klesání a tím zlepšeno poměru klouzání.

Obecně platí, že množství vztlaku závisí na ploše, rozptýlení a tvaru tělesa a dalších ploch. Dále závisí na tom, jak již bylo zmíněno, závisí na fyzikálních vlastnostech letícího tělesa. Jelikož má lidské tělo již dostatek nelze ho přetvářet do velikosti a proporcí, mnoho již v tomto ohledu udělat nelze. Je třeba mít paměti, že lidské tělo není vhodné pro létání, alespoň co se proporcí a silou těleso.

Tvar pářnůch křdel je určitě kompromisem mezi silou nutnou k udržení křídla roztaženého a aerodynamickým výkonem křídla. Aby bylo dosaženo maximální plochy křídla, je potřeba zcela napnout křídlo, ale to by bylo obtížné, protože by k tomu byla potřeba silná olympijská trampolína v gymnastice, abys udržel napnutí pár minut. Nalézt optimální úhel pro křídlo byl jeden z největších problémů v počátečních návrhu wingsuitu. S tím bylo možné zvětšit plochu pářnům nějakých pevných částí do křídla a pářnů, ale to už nebylo možné, protože pářnůch křídla nebo něco podobného, pak Ti doporučí spíše je rogado.

Pokud bychom se pokusili zvětšit plochu křídla po jejich kraji až dolů k nohám, plocha křídla by se téměř zdvojnásobila, ale opatření by byla nutná, velká síla k udržení pářnů roztažených. Tento tvar křídla by navíc mohl vést ke snazšímu vztlaku (v některých případech k jeho ztrátě). Jedinou možností pro zlepšení tedy spočívá v použití různých materiálů křídla.

Prakticky ty samé principy platí pro nožní křídlo. Není zde moc prostoru pro zvětšení plochy křídla, proto budou nohy věce na široko, vede to jen k malému zvětšení plochy, ale máš zde zřejmě spíše velkou obtížné pářnů zřídka odpovídající pozice těla. I zde by mohlo dojít ke ztrátě vztlaku.

Další možnost pro zlepšení nabývá z minimalizace odporu, která by rovněž vedla k lepšímu poměru klouzání. Lze minimalizovat zaujetím lepší letové pozice, ale toto je záležitost samotného pilota. Z pohledu výhledu na vrhu wingsuitu lze snížit odpor lepšího designem (tzn. odstranění jakýchkoliv nerovností, například chůvi, použití hladkých materiálů s co nejmenšími třecími koeficienty a zlepšení kvality výroby (konečně dokončené wingsuitu).

Výzkum se zaměřil na pružnost a polopružnost nářadí hrany křídla za účelem zlepšení profilu křídla, zvětšení vztlaku a snížení odporu, ale toto musí být pářnů na měru pro každého pilota wingsuitu. Nepružná nářadí hrany jsou mnohem citlivější na nesprávnou polohu pářnů a změnu úhlu nářadíhu.

V praxi se snahy ubírají oběma směry - jak ke zvětšení vztlaku, tak ke snížení odporu. Nelze ale zapomenout na to, že wingsuity jsou navrhovány pro paraútlumy tak, aby mohli snadno otevřít padák, v pářnůch potřeby dosáhnou odhozu a záložně ho padáku a aby byly pohodlné pro nošení a let. Testování wingsuitu je kapitolou samou pro sebe. Není to exaktní věda, pářnůch proto, že ve výkon kombinací záložně ve velkém měřítku na pilotovi. Co je nejdříve jednoho pilota nemusí být nejlepší pro jiného. Phoenix-fly používá v počáteční simulace pro návrh křídla wingsuitu. Ovšem používá jen technologii s dvourozměrným obtáčím vzduchu. Modely s tříměrným obtáčím pářnůch představují úlohy, které vyžadují extrémně velkou počáteční sílu a tyto se používají leda leteckých společnostech. A i tak musí být tyto počáteční ověřené testováním ve větrném tunelu a v reálném prostředí. A je třeba upozornit na to, že i malá změna v pozici těla (nohou, pářnů, hlavy, hrudníku) může mít za následek značnou změnu letových charakteristik.

Nabývá se otázka, zda už někdo zkusil testovat wingsuit ve větrném tunelu (neplác si ho prosím s větrným tunelem sloužícím k nácviku volného pářdu), aby získal data ohledně chování wingsuitu za různých podmínek. Samozřejmě toto by bylo jisté užitečné, ale (překvapivě) pro některé lidi větrný tunel vyžaduje pevnost a zdůvodnění pářnůch a jedni se skutečně o dlouhý, složitý a nákladný proces, obvykle tak rok na to, aby bylo možné získat informace. Tento proces je zbytečně bez detailního plánování a dobrou stanovených cílů a pokud není testování ve větrném tunelu takto pečlivě naplánováno, budou jedním z výsledků pářnůch obrázků wingsuitu, která plánují uvnitř tunelu. V současnosti jsou náklady na testování ve větrném tunelu pářnůch vysoké.

Aerodynamika je fascinující směs vědy a umění. Znalost teorie sama o sobě nestačí, úspěšný design vyžaduje představivost, zkušenost a cit pro to, co funguje a co ne.